

# АНАЛИЗ ОПАСНОСТИ В ТРЕХФАЗНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА MULTISIM

В. А. Корнилаев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Ю. А. Рудченко

**Введение.** MultiSim – средство разработки и моделирования электронных схем, позволяющее пользователям подключать к схеме виртуальные приборы. Концепция виртуальных инструментов – это простой и быстрый способ увидеть результат с помощью имитации реальных событий.

**Моделирование и анализ в Multisim.** На рис. 1 приведено главное окно программы Multisim. Интерфейс Multisim состоит из таких базовых элементов, как стандартная инструментальная панель (кнопки для наиболее часто применимых функций); меню (команды для всех функций); инструментальная панель компонентов (выбор компонентов из базы данных программы Multisim для размещения их в схеме); панель разработки (панель для отображения разработанных схем); панель вида (кнопки для увеличения, уменьшения масштаба); панель симуляции (кнопки старта, паузы, остановки и других функций симуляции); основная модель, список используемого, закладка активной схемы (закладка, где расположена текущая схема); панель инструментов (кнопки для каждого инструмента); окно схемы (текущее окно, где разрабатывается схема); вид ячеек (для быстрого обзора и редактирования таких деталей, как параметры, включая ссылки, атрибуты и пр.); прокрутка вниз/вверх.

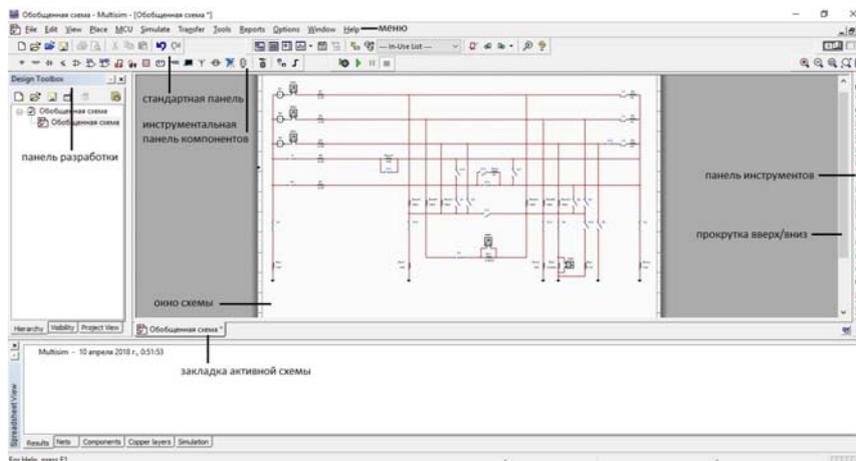


Рис. 1. Интерфейс программой Multisim

В программе Multisim была составлена обобщенная схема трехфазной электрической сети, позволяющая моделировать различные типы систем заземления электрической сети (TN, IT, TT), а также различные аварийные режимы работы сети (замыкание фазы на корпус оборудования, замыкание фазы на землю, обрыв нулевого рабочего и нулевого защитного проводников и т. д.), в том числе учитываемые при выборе и обосновании мер защиты от поражения электрическим током при наличии неисправности в соответствии с ГОСТ Р 61140–2000 [1]. Моделирование условий поражения электрическим током выполняется путем коммутации соответствующих ключей (рис. 1), а также путем задания значений соответствующих сопротивлений (фазных, нулевых рабочих и защитной жил; изоляции фазных и нулевых проводников относительно корпусов электроприемников; фаз нагрузки; рабочего заземления нейтрали источника питания; повторного заземления нулевого провода; защитного заземления электроприемников в системе IT и TT; тела человека и т. д.). Анализ условий электробезопасности проводится по результатам расчета значений соответствующих напряжений прикосновения.

Рассмотрим процесс моделирования и анализа опасности электрических сетей с помощью программы Multisim на примере сети TN-C с замыканием на землю в соответствии с ГОСТ Р 61140–2000 (рис. 2).

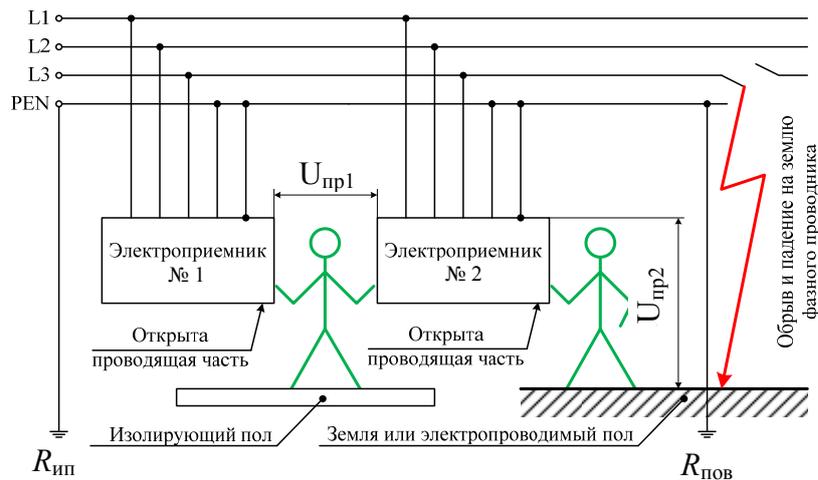


Рис. 2. Сеть TN-C с замыканием на землю, например с оборванным и упавшим на землю фазным проводом

Проведя соответствующие коммутации ключей в обобщенной трехфазной сети, (рис. 1) составили схему сети (рис. 2), анализ который требовалось провести. Кроме этого, были заданы: сопротивление человека – 0,85 кОм в соответствии с ГОСТ 12.1.038–82 [2]; напряжение трехфазного источника питания – 400 В; сопротивление изоляции – 1 МОм в соответствии с ТКП 339–2011 п. 4.4.29.2 [3]; сопротивление заземляющего устройства – 4 Ом в соответствии с ТКП 339–2011 (п. 4.3.8.2).

После составления схемы электрической сети пользователь нажимает переключатель «Расчет» и программа Multisim выдает значения напряжения прикосновения на экранах соответствующих виртуальных цифровых вольтметров (рис. 3).

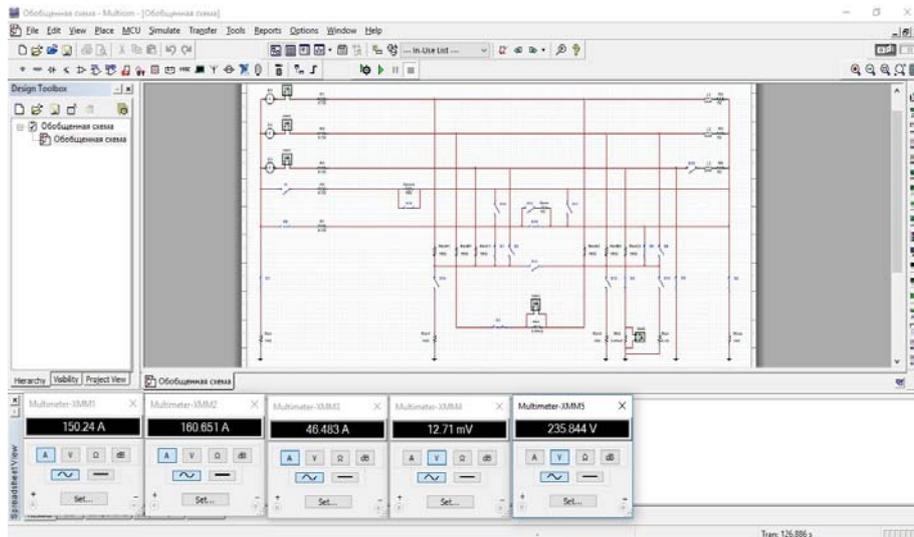


Рис. 3. Моделирование и расчет напряжений прикосновения в Multisim

Для сети TN-C с замыканием на землю, показанной на рис. 2, напряжение прикосновения, под которым окажется человек, стоящий на изолированном полу и одновременно прикоснувшийся к корпусам электроприемников № 1 и № 2, будет равно нулю. Напряжение прикосновения  $U_{пр2}$ , под которым окажется человек, стоящий на токопроводящем полу и прикоснувшийся к корпусу электроприемника № 2, будет равно 235,844 В. Ток в фазных жилах при этом не превышает 160 А. Таким образом, данный режим работы электрической сети является опасным для человека, стоящего на токопроводящем полу, прикоснувшегося к корпусу электроприемника. Напряжение прикосновения для второго человека может длительное время достигать значений, при которых возможно смертельное поражение электрическим током.

**Заключение.** В данной работе были продемонстрированы возможности программы Multisim по анализу опасности поражения электрическим током в электрических сетях. Данную программу можно применять в обучении студентов технических специальностей вузов, а также слушателей по дисциплине «Охрана труда». При проектировании электроустановок по обеспечению требуемого уровня электробезопасности данная программа является прекрасным инструментом для проведения соответствующих расчетов.

#### Литература

1. ГОСТ Р 61140–2000. Защита от поражения электрическим током. Общие положения по безопасности, обеспечиваемой электрооборудованием и электроустановками в их взаимосвязи.
2. ГОСТ 12.1.038–82. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
3. ТКП 339–2011. Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний.